

DATOS DE FENOLOGIA, REDUCCION DE HOJA Y VARIACIONES ESTACIONALES DE LA COMPOSICION FOLIAR, EN CUATRO ESPECIES DEL MATORRAL COSTERO DEL MEDITERRANEO MERIDIONAL IBERICO¹.

Por J.MARTIN² y A. ESCARRE³

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (Seva y Escarré, 1976) se dejó constancia de la presencia en la isla de Nueva Tabarca (provincia de Alicante) de un espinar xérico formado por *Withania frutescens*, *Lycium intricatum* y *Asparagus albus*, que presentaba la particularidad de estar desprovisto de hojas por completo en algún momento del verano. En opinión de Rigual (1972) se trataría de un fragmento relicto del *Quercus-Lentiscetum*. Bolós (1967) considera *Asparagus albus* y *Withania frutescens* especies características del *Oleo-Ceratonion* junto con, entre otras, *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*. Además reconoce a *Lycium intricatum* como característica de la alianza *Salsolo-Peganion* si bien deja como probable que también lo sea - de *Oleo-Ceratonion*.

El agrupamiento espacial de los tres arbustos citados imbricados en un denso espinar y aparentemente sin cronizados en la pérdida estival de la hoja, sugirió un estudio más detallado de estas especies, a las que se añadió el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*, ausente de Nueva Tabarca pero presente en el Cabo de Santa Pola, donde se seleccionó la zona de estudio. En primer lugar se consideró importante seguir un esquema fenológico inicial como el que se aporta en este trabajo, primera aproximación que no considera las relaciones entre la fenología de las especies y los factores climáticos en espera de

1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana.

2. Departamento de Biología. C.E.U. de Alicante

3. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Univ. Alicante.

poder completar un mínimo de tres años de observación. Además, en esta primera aportación se intenta cuantificar el fenómeno de reducción de hoja y relacionarlo con los contenidos foliares en agua, pigmentos y elementos minerales, con el fin de detectar procesos de reaprovechamiento y acumulación que permitan una valoración de la eficacia de estas especies frente a los caducifolios otoñales.

ZONA DE ESTUDIO, SISTEMA DE MUESTREO Y PROCEDIMIENTOS ANALITICOS .

En Marzo de 1978 se eligió como enclave de estudio la zona inferior del Cabo de Santa Pola (UTM YH320180) situada a unos 20 Km. al sur de Alicante, y cuyo substrato está constituido por calizas biohêrmicas del Mioceno superior (Messiniense) pertenecientes a la formación conocida como "Arrecife de Santa Pola" . Sobre este substrato se desarrolla un matorral abierto de carácter termófilo perteneciente, muy probablemente, a la asociación *Chaerophoro-Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957, en la que dominan las cuatro especies seleccionadas, en especial el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* .

A partir de la fecha indicada se seleccionaron y marcaron diez individuos de cada especie de los que se recogieron muestras y se hacen observaciones fenológicas con intervalos de quince días . Cada muestra está compuesta de diez submuestras individuales de aproximadamente 10gr. cada una, todas ellas tomadas de la parte superior soleada de cada ejemplar . Cada submuestra es introducida en una bolsa de plástico y etiquetada, y se conserva en una nevera portátil hasta la llegada al laboratorio . Una vez en él se pesan hoja y tallo de cada submuestra y se hacen muestras alícuotas duplicadas de 20gr. cada una; las primeras se secan en una estufa a 105° para calcular su peso seco; las segundas, una vez lavadas, se secan a 80° y son utilizadas para el análisis de elementos . Con flores y frutos se realiza un proceso similar . Previamente se extraen dos submuestras de 250 mg. de la muestra de hojas, para la extracción de pigmentos . Una vez conocidos los pesos secos de hojas y tallos se aplican a los pesos frescos de las submuestras y se calcula el Índice de Persistencia Foliar (abreviado IPF) que se define como el cociente entre la suma de los pesos secos de hoja de las

submuestras, partida por la suma de los pesos secos de tallo de las mismas .

La técnica utilizada para la extracción y valoración de pigmentos es la recomendada en Sestak *et al.* (1971) para pequeñas cantidades de muestra, consistente en la utilización de un pistón homogeneizador para disgregar la muestra y el uso de acetona al 80% como extractante . Rigau (1966) en un estudio comparativo sobre díversas técnicas de extracción y valoración de pigmentos foliares llega a la conclusión de que esta es la técnica cuantitativa más adecuada en todos los aspectos .

La muestra utilizada para el análisis del contenido en pigmentos es, como se ha dicho anteriormente, de 250 mg. de peso fresco y está hecha alícuotamente a partir de la muestra de hoja de cada individuo . La extracción se hace con un volumen de acetona suficiente para asegurar la máxima extracción de pigmento . En el momento de su realización se añade una pequeñísima cantidad de carbonato magnésico a la acetona para neutralizar todos los ácidos que puedan degradar las clorofilas . Una vez realizado el extracto se filtra a través de un embudo placa filtrante Pyrex 4 con ayuda de una trompa de vacío . Con los filtrados se realiza un barrido en un espectrofotómetro Hitachi 100-60, desde 390 nm hasta 750nm. Como criterio de pureza de los filtrados se utiliza la absorbancia a 750 nm. que ha de ser menor de 0.01. Para el cálculo de los contenidos de clorofila se han utilizado las expresiones propuestas por Ziegler y Egle (1965). Los contenidos en clorofila a y b en mg l^{-1} son referidos posteriormente a contenido en mg gr^{-1} de peso seco.

Para el análisis de elementos las muestras secadas a 80° se muelen hasta convertirlas en polvo fino, la hoja y fruto en un molino de café y el tallo en un molino de anillos . Estas muestras se vuelven a secar y de ellas se hacen tomas de análisis, pesadas con cuatro de cimales .

La técnica utilizada para la determinación del nitrógeno es la de Kjeldahl . La valoración se hace en un aparato Kjeldahl-Bouat-Afora . Previamente la muestra, de 0.2 gr. se somete a una digestión ácida en caliente con ácido sulfúrico y como catalizador una mezcla de sulfato potásico, sulfato de cobre y selenio .

Para la determinación de fósforo se ha utilizado el método de Kitson y Mellon o del amarillo de vanadato-molibdato descrito en Chapman y Pratt (1973) y en Jackson (1964) .

Los restantes elementos Ca, Mg, Na y K se determinan mediante espectrofotometría de absorción atómica - con un aparato Perkin-Elmer 373 . Para estas determinaciones, así como para la de fósforo, se hacen tomas de 0.5 gr. de material pulverizado que se incineran en un horno-mufla a 450° durante 12 horas . Una vez enfriadas las cenizas se disuelven con ácido clorhídrico al 20% v/v y se filtran, elevando el volumen del filtrado a 50 ml., de los que se hacen las tomas y diluciones pertinentes .

RESULTADOS Y DISCUSION

FENOLOGIA

La estimación precisa del estado fenológico de una población es en la práctica más complicada de lo que a primera vista parece . La presencia en una misma población de individuos precoces y tardíos, hace que un momento fenológico pueda ser observado durante un amplio periodo de tiempo .

Por otro lado, la existencia de distintos estados dentro de la foliación, floración y fructificación, hacen necesario tomar un criterio lo más objetivo posible para definir el estado fenológico . Malaisse (1963, 1964), en un estudio sobre la fenología de las hayas, utiliza un método basado en la distinción de diferentes estadios (siete para la foliación y siete para la floración) y un simple recuento le permite calcular una media representativa de toda la muestra estudiada . En el presente trabajo, un estadio fenológico se define como tal cuando por lo menos el 50% de los individuos de la muestra lo presentan . Para la representación gráfica de los estados fenológicos se usan los diagramas que aparecen en Medway (1972) .

Los resultados que aquí se presentan tienen por una parte la limitación de estar basados en sólo diez - individuos de la población de cada especie y por otra , la de corresponder principalmente al período comprendido entre Noviembre de 1978 y Diciembre de 1979, aunque se tiene constancia del período anterior desde Marzo de 1978 y del posterior hasta Agosto de 1980 .

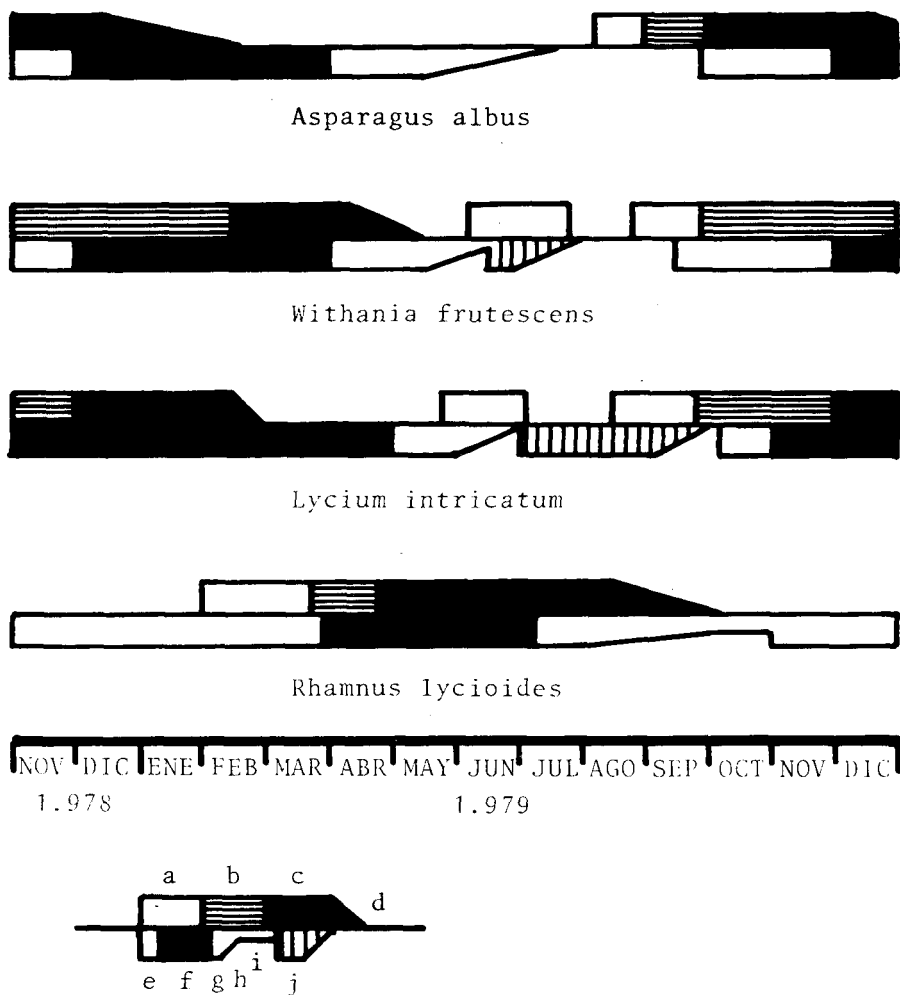
Asparagus albus

Los individuos seleccionados muestran un ciclo anual estricto y sincrónico, que se representa en la figura 1 . La iniciación del crecimiento de los filóclados es en los meses de Octubre-Noviembre, adquiriendo su máximo desarrollo en Marzo : En el mes de Abril se observa la pérdida de pigmentos clorofílicos, iniciándose el pardeamiento . A mediados de Mayo comienza la caída de filóclados que dura hasta la segunda semana de Julio. La floración empieza en las tres últimas semanas de Agosto y va hasta finalizado Septiembre .

Los frutos aparecen en los primeros días de Septiembre, alcanzando su madurez como bayas rojas en Octubre-Noviembre; la caída de éstas es desde la segunda semana de Diciembre hasta Febrero . A partir de mediados de Julio se produce el desarrollo de tallos nuevos en algunos ejemplares .

Withania frutescens

Su fenología viene esquematizada también en la figura 1 . Los brotes foliares comienzan a desarrollarse a partir de la segunda quincena de Septiembre; en Diciembre la hoja está totalmente desarrollada, alcanzando su máximo entre los meses de Febrero y Marzo . A comienzos de Abril se inicia la pérdida de pigmentos y el amarilleamiento foliar; a mediados de Mayo comienza la caída de hoja hasta finales de Junio en que casi es total, observándose en este momento la aparición de nuevos brotes foliares que habrán caído totalmente en la última semana de Julio sin haber llegado a un desarrollo completo. La floración tiene su inicio a finales de Agosto y va - hasta la segunda semana de Febrero .



L E Y E N D A

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| a = flor | f = hoja desarrollada |
| b = flor fruto | g = pardeamiento foliar |
| c = fruto | h = caída de hoja |
| d = caída de fruto | i = reducción biomasa foliar |
| e = hoja joven | j = hoja joven sin desarrollar |

Figura 1 . Fenogramas de las distintas especies .

Phenological diagrams of the different species.

A partir de Octubre aparecen los frutos que en la segunda quincena de Febrero llegarán a su madurez, volviéndose de color marrón y que permanecen en las ramas hasta mediados de Abril . En la segunda semana de Mayo la caída del fruto es completa . En algunos de los ejemplares seleccionados, se ha observado una segunda floración entre los meses de Junio-Julio, paralela al desarrollo de nuevos brotes foliares, no observándose la aparición de frutos .

Lycium intricatum

El comportamiento de todos los individuos no está absolutamente sincronizado, por lo que en la figura 1 se representa la fenología media según el criterio definido . La aparición de brotes foliares es a principios de Octubre, alcanzando su completo desarrollo a partir de Noviembre . En Mayo se produce la pérdida de pigmentos, y desde primeros hasta finales de Junio cae la hoja; en estos momentos aparecen nuevos brotes de hoja que no llegan a desarrollarse y que caerán en Septiembre. - La floración tiene lugar desde la segunda semana de Agosto hasta últimos de Noviembre . A partir de últimos de Septiembre aparecen los frutos que alcanzan su madurez de Diciembre a Febrero; a finales de este mes la caída del fruto es total . Paralelamente a la caída de hoja en el mes de Junio, algunos individuos tienen una segunda floración de la que no se han observado frutos .

Rhamnus lycioides ssp. *lycioides*

Todos los individuos de la parcela muestran un ciclo anual sincronizado, que viene dado en la figura 1. Esta especie nunca llega a perder totalmente la hoja. Los brotes foliares aparecen en Noviembre, y en el período de Abril a Junio alcanzan su completo desarrollo . A finales de Agosto comienza la pérdida de hoja hasta finales de Septiembre, sobre todo en las partes más externas de las plantas . La floración va desde primeros de Febrero hasta finales de Abril . Los frutos aparecen a finales de Marzo, alcanzando el color negro de la madurez desde Mayo a Agosto; a mediados de este mes de inicia la caída, que será total finalizado Septiembre .

En la comparación de las cuatro fenologías que aparecen en la figura 1 cabe destacar un modelo básico distinto para las tres primeras en relación con el *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* . Por una parte, mientras que en aquellas llega a perderse la hoja totalmente, en algún momento, en ésta última se da únicamente una pérdida parcial que ya ha sido descrita para la especie por Terradas (1973) . La segunda característica diferencial importante es la floración que en las tres especies con pérdida completa de hoja se inicia precisamente cuando carecen de follaje, mientras que el *Rhamnus lycioides* - florece cuando tiene hoja . En las dos solanáceas existe una floración precoz que podría estar relacionada con el estrés hídrico, tal como ha sido citado en Poore (1968) y Medway (1972) en especies del bosque tropical . Esta floración va seguida de la aparición de algunas hojas , más regular en *Withania frutescens* que en *Lycium intricatum* .

VARIACIONES DEL CONTENIDO FOLIAR EN AGUA, PIGMENTOS Y NUTRIENTES MINERALES .

En los análisis de contenidos de elementos o compuestos en hojas se ha puesto de manifiesto, además del efecto derivado de la especificidad (Denaeyer - de Smet , 1969) la existencia de variaciones estacionales correspondientes a las etapas juvenil, madura y senescente del desarrollo de las hojas .

La capacidad de los vegetales de reaprovechar - los nutrientes contenidos en las hojas es ya conocida desde hace tiempo (Combes 1926 a, 1926 b; Murneek y Logan 1932) . Sin embargo, solo recientemente se ha destacado la importancia cuantitativa que esa reabsorción de nutrientes en hojas viejas puede tener para el conjunto del ecosistema (Ryan, 1979) .

En el presente estudio se ha ensayado el valor del índice de persistencia foliar (I.P.F.) como predictor del contenido hídrico, de clorofilas y de nutrientes en las cuatro especies tratadas . Inicialmente se calcularon las regresiones lineales entre los valores de I.P.F. y los correspondientes a las distintas variables . Para facilitar las comparaciones entre especies pareció de in

terés considerar las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada período, sobre los correspondientes valores de I.P.F. Tanto en *W. Frutescens* como en *L. intricatum* se han evitado los datos correspondientes en el esquema fenológico a "hoja joven sin desarrollar", ya que tratándose de valores de I.P.F. bajos tienen un significado muy distinto a los correspondientes a hojas senescentes. En los casos en que el modelo lineal es aceptable, las pendientes de las rectas representan las velocidades de pérdida o acumulación de sustancia al envejecer la hoja. Los resultados obtenidos en este segundo tipo de regresiones, se expresan en las tablas 1 y 2. En la primera de ellas se indica para cada especie los valores de los coeficientes de correlación; los guiones corresponden a valores no significativos y los asteriscos, de uno a tres, indican respectivamente niveles de significación de p menor que 0.05, 0.01 y 0.001. En la tabla 2 aparecen los valores de las pendientes de las mismas regresiones. En la figura 2 se ilustran, a título de ejemplo, las rectas de regresión para *Asparagus albus*, correspondientes a las relaciones entre incrementos o decrementos de nitrógeno, calcio y magnesio, respecto a los valores de I.P.F.

Evidentemente la disminución del contenido en un cierto elemento en una hoja que envejece, no indica únicamente la existencia de reabsorción por parte del vegetal sino que debe tenerse presente el proceso de lixiviación (Ryan, *op.cit.*), si bien en este caso se le puede presumir escasa importancia cuantitativa dado los mínimos valores de pluviosidad que corresponden a los períodos de pérdida de hoja.

Varios son los aspectos que cabe destacar de la tabla 1. En primer lugar aparece un mayor número de correlaciones en las tres primeras especies, auténticas caducifolias, en las que se manifiesta un cierto sincronismo, más atenuado en *R. lycioides*. Es notable además el gran paralelismo existente entre *W. frutescens* y *A. albus*.

En relación con los contenidos hídricos se percibe una mayor regularidad en la progresiva deshidratación del tallo que de las propias hojas.

	CONT. HIDRICO HOJA	CONT. HIDRICO TALLO	CLOR. a	CLOR. b	N	P	Ca	Na	Mg	K
<i>Withania frutescens</i>	-.606 ⁺⁺	-.836 ⁺⁺⁺	-.491 ⁺	--	-.755 ⁺⁺⁺	-.589 ⁺	.780 ⁺⁺⁺	sin datos	.870 ⁺⁺⁺	-.705 ⁺
<i>Asparagus albus</i>	--	-.551 ⁺	-.884 ⁺⁺⁺	-.845 ⁺⁺⁺	-.897 ⁺⁺⁺	-.626 ⁺	.804 ⁺⁺⁺	--	.934 ⁺⁺⁺	-.741 ⁺⁺
<i>Lycium intricatum</i>	-.721 ⁺	-.692 ⁺	-.651 ⁺	-.645 ⁺	-.623 ⁺	-.796 ⁺	--	--	--	--
<i>Rhamnus lycioides</i>	--	--	--	--	--	--	.692 ⁺	.735 ⁺⁺	.687 ⁺	--

Tabla 1. Valores de los coeficientes de correlación correspondientes a las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada periodo, sobre los correspondientes valores de I.P.F.

(Correlations coefficients corresponding to linear regression between, increment and decline of variable values in reference to the ones corresponding to the maximum L.P.I. (leaf persistence index) and its L.P.I. values .

	<u>W. frutescens</u>	<u>A. albus</u>	<u>L. intricatum</u>	<u>R. lycioides</u>
Contenido hídrico hoja	- 9.41	- 9.01	-14.85	-
Contenido hídrico tallo	-38.11	-18.97	-39.90	-
Clorofila a	- 2.77	- 6.10	- 4.50	-
Clorofila b	-	- 1.34	- 1.33	-
Nitrógeno	- 2.40	- 3.02	- 1.71	-
Fósforo	- 0.21	- 0.19	- 0.16	-
Calcio	1.27	4.14	-	2.16
Sodio	-	-	-	0.51
Magnesio	0.45	1.03	-	0.43
Potasio	- 2.60	- 2.28	-	-

Tabla 2 . Valores de las pendientes correspondientes a las regresiones de los incrementos o decrementos de cada variable respecto de su valor correspondiente al I.P.F. máximo de cada periodo, sobre los correspondientes valores de I.P.F.

Slopes corresponding to linear regression between, increment and decline of variable values in reference to the ones corresponding to the maximum L.P.I. and its L.P.I. values .

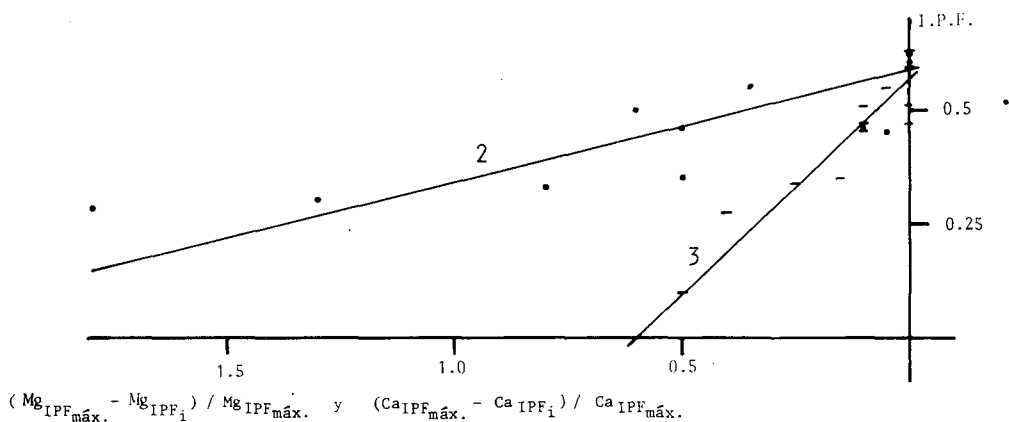
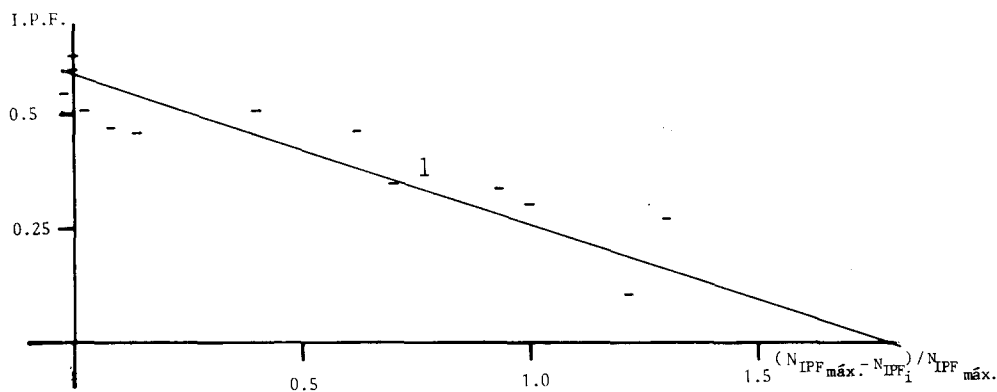


Figura 2 . Rectas de regresión para *Asparagus albus* correspondientes a las relaciones entre incrementos o decrementos de : - (1) nitrógeno; (2) calcio ; (3) magnesio, respecto a los valores de I.P.F.

Linear regression for *Asparagus albus* corresponding to the relationship between the increment or decline of: (1) nitrogen, (2) calcium, (3) magnesium, and values of L.P.I. (leaf persistence index) .

En las especies caducifolias la concentración de clorofila a disminuye al envejecer las hojas; lo mismo ocurre con la clorofila b en *A.albus* y *L.intricatum*. En estas dos especies se ha ensayado la correlación entre el I.P.F. y el cociente clorofila a/clorofila b, y se obtienen valores del coeficiente de correlación positivos y no muy alejados de la significación a nivel $p < 0.1$. En *L.intricatum* además es significativa ($p < 0.05$) la correlación entre el I.P.F. y el cociente D_{430}/D_{665} (Margalef *et al.* 1966) entre las absorbancias a 430 y 665 nm., índice que se ha utilizado para caracterizar el grado de madurez en ecosistemas, sobre todo pelágicos, y que se relaciona positivamente con la diversidad de especies y negativamente con la productividad (Margalef 1968). La relación entre I.P.F. y el índice pigmentario en el caso de *L.intricatum* es negativa y refleja una mayor sincronía en el pardeamiento foliar que en las otras especies, lo que resulta también patente en el esquema fenológico.

En relación con los elementos minerales aparece clara la disminución del contenido en N, P y K junto con la acumulación de Ca y Mg, lo que coincide, salvo en el comportamiento del Mg, con lo señalado por Denayer de Smet (1969) en su recopilación de datos de contenidos minerales en árboles de bosques caducifolios europeos. El mismo proceso de pérdida de N y K y enriquecimiento en Ca y Mg ha sido descrito en la senescencia foliar de plantas herbáceas (Muller 1978, Leonardi 1974). Las tendencias opuestas a la desaparición de N y P y simultáneo aumento de Ca y Mg aparece también en correlación positiva entre dichos elementos por parejas pero negativa entre parejas, que ha sido puesta de manifiesto en la hojarasca de un bosque esclerófilo - (Lee y Correll 1978).

La tabla 2 tiene interés sobre todo ya que permite comparar las cuatro especies según la velocidad con que las hojas senescentes disminuyen o aumentan la concentración de los diversos compuestos o elementos por unidad de variación de I.P.F. Destaca ante todo la mayor importancia relativa de la deshidratación de tallos frente a hojas, especialmente notable en las dos solanáceas. En la progresiva desaparición de las clorofilas es sin embargo mayor la semejanza desde el pun

	<u>K</u>	<u>N</u>	<u>P</u>
<i>Quercus robur</i>	34.1	45.4	20.0
<i>Fagus sylvatica</i>	52.7	39.0	30.7
<i>Carpinus betulus</i>	51.8	70.0	50.0
<i>Prunus avium</i>	48.4	48.3	35.7
<i>Acer campestre</i>	26.0	41.6	33.3
 <i>Asparagus albus</i>	 34.5	 35.0	 21.0
<i>Withania frutescens</i>	29.4	39.3	39.4
<i>Lycium intricatum</i>	66.9	70.3	57.1
<i>Rhamnus lycioides</i> ssp. <i>lycioides</i>	63.9	54.4	33.3

Tabla 3 . Porcentajes de los contenidos en K,N y P de las hojas recién muertas respecto de las hojas vivas en cinco caducifolios otoñales, tomados de DENAEYER-DE SMET, 1969, y de las cuatro especies aquí tratadas .

Percentage contents of K,N and P in recently dead leaves in relation to the live ones in five deciduous species (data from DENAEYER-DE SMET, 1969) and the four species studied here .

to de vista cuantitativo entre el *L.intricatum* y el *A.albus* . Para elementos como N y P, *W.frutescens* y *A.albus* se comportan como especies más ahorrativas que *L.intricatum* que además no reabsorbe K, mientras que los primeros sí lo hacen, y de forma notable .

Finalmente, en la tabla 3 se incluyen los porcentajes de los contenidos en K, N y P de las hojas recién muertas respecto de las hojas vivas en cinco caducifolios otoñales y en las cuatro especies aquí tratadas . Los datos de los primeros se han calculado sobre los aportados por Denaeyer-De Smet (1969) para el *Quercetum mixtum* de Virelles (Bélgica) . Según esta tabla hay que asignarles a *A.albus* y *W.frutescens* una eficacia recicladora no inferior a los árboles caducifolios otoñales, mientras que *R.lycioides* ssp. *lycioides* y sobre todo *L.intricatum* deben considerarse especies más "dilapidadoras" de sus recursos minerales .

Para el bosque nororiental de Estados Unidos, se ha calculado que en conjunto la reabsorción de nutrientes representa el 36% del N, el 30% del P y el 5% del K que se utilizan durante el año (Ryan 1979). Aunque estas estimas no son comparables con las aquí obtenidas, sí cabe destacar que muy probablemente, para un espinar de este tipo las componentes de lixiviación y trascolación tendrían mucha menor importancia que - en un bosque caducifolio en el transporte de K, por lo que sería de esperar un porcentaje de reabsorción más equilibrado con los de N y P .

RESUMEN

En la isla de Nueva Tabarca se localizaron tres arbustos espinosos (*Withania frutescens*, *Lycium intricatum* y *Asparagus albus*) que también convivían en el - Cabo de Santa Pola, zona elegida para el estudio, junto con *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides*, formando la asociación *Chamaeropo-Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957. Todas estas especies presentan una interesante caracte

rística común : la pérdida o reducción de la hoja en los momentos más secos del estiaje .

En este trabajo se da una fenología preliminar de estas especies y se ensaya también la cuantificación del fenómeno de reducción foliar con la definición de un Índice de Persistencia Foliar (IPF) y la búsqueda de sus relaciones con los contenidos en agua, pigmentos y elementos minerales .

Se muestrearon diez individuos de cada especie con intervalos de quince días, a la vez que se hacían a notaciones fenológicas . En las muestras recolectadas se midieron los contenidos hídricos de hoja y tallo, - las clorofilas a y b, y cantidades de N, P, Mg, Ca, Na y K de la hoja .

En la fenología es diferente el comportamiento en *R.lycioides* ssp. *lycioides* que en las otras tres especies que llegan a perder la hoja por completo en algún momento, y es precisamente entonces cuando florecen .

El estudio de la variación de los contenidos - de la hoja en relación con el IPF muestra correlaciones positivas que corresponden a acumulación y negativas que representan pérdida .

En el ajuste a regresiones lineales los resultados son muy similares en *W.frutescens* y *A.albus* y - también en parte en *L.intricatum* . La otra especie, *R.lycioides* ssp. *lycioides* es la menos sincronizada en la pérdida de hojas . La velocidad de acumulación de e lementos en relación con los cambios de IPF en hojas seniles puede medirse por medio de la pendiente del ajuste lineal . Las pérdidas de agua en los tallos son especialmente elevadas en las dos Solanáceas . La desaparición de clorofilas es más similar en *A.albus* y en *L.intricatum* . En elementos como el N y el P, *W. frutescens* y *A.albus* presentan un comportamiento más economizador que *L.intricatum* .

SUMMARY

Three species of spiny shrubs (*Withania frutescens*, *Lycium intricatum* and *Asparagus albus*) were found living together in Nueva Tabarca island and, with *Rhamnus lycioides* ssp. *lycioides* in the Santa Pola cape, the study site selected, forming the association *Chamaeropo Rhamnetum lycioides* O.de Bolós 1957 . All these species have a common, interesting feature: loss or reduction of leaves in dry summer .

In this work, a first approach to the phenology of this species was done and also one attempt of quantification of the leaf reduction phenomenon, with the definition of Leaf Persistence Index (LPI) and the searching for its interrelations with water, pigments and the mineral nutrient content in leaves .

A sampling of ten individuals of each species was made with two week intervals and phenological observations were made each time . In the samples, water content of leaves and stems, chlorophyll a and b and N, P Ca, Mg, Na and K concentrations in leaves were measured.

In the phenology the behaviour is different in *R.lycioides* ssp. *lycioides* than in the other species , completely deciduous during part of the summer, which is precisely when they flower .

The study of the variation of leaf content in relation with the LPI shows positive (accumulation) and negative (loss) significative correlations . In the fit to linear regressions the results are very similar in *W.frutescens* and *A.albus* and also, in part, in *L.intricatum* . The other species, *R.lycioides* ssp. *lycioides* is the more asynchronous in leaves' fall . The speed - of accumulation of elements in relation to LPI changes in senescing leaves, can be measured with the slope of fitted linear regressions . Loss of water in stems was especially high in *Solanaceae* . The disappearance of - chlorophylles is more similar in *A.albus* and *L.intricatum* . In elements such N and P, *W.frutescens* and *A.albus* have a more economical behaviour than *L.intricatum*.

BIBLIOGRAFIA

- BOLOS, O.de 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura . *Mem.R. Acad.Cien.Art. Barcelona*, XXXVIII:1-269, Barcelona .
- COMBES, R. 1926 a . Etude de la migration automnale des substances azotées chez le Chêne, par l'analyse de plantes entières. *Compt. Rend. Acad. Sci.*, Paris, 182:984-987 .
- COMBES, R. 1926 b . La migration des substances azotées chez l'Hêtre au cours du jaunissement autumnal . *Compt. Rend. Acad. Sci.*, Paris 182:1169-1171 .
- CHAPMAN, H.D. y PRATT, P.F. 1973 . *Métodos de análisis para suelos plantas y aguas* . Ed. Trillas, México .
- DENAEYER-DE SMET, S. 1971 . Teneurs en éléments biogènes des tapis végétaux dans les forêts caducifoliées d'Europe . En P. Duvingneaud (ed.) *Productivité des écosystèmes forestiers*. Actes Coll. Bruxelles, Unesco .
- JACKSON, M.L. 1964 . *Análisis químico de suelos*, Ed. Omega, Barcelona .
- LEE, K.E. y CORRELL, R.L. 1978 . Litter fall and its relationship to nutrient cycling in a South Australian dry sclerophyll forest . *Aust. J. Ecol.* 3:243-252 .
- LEONARDI, S. 1974 . Comportamento stagionale dell'azoto in *Cirsium acaule* (L.) Scop e *Sanguisorba minor* Scop. *Arch. Bot. Biog. Ital.* vol. L 4^a ser. vol. XIX:135-147 .
- MALAISSSE, F. 1963 . Contribution a l'étude des hêtraies d'Europe occidentale . Remarques préliminaires sur la phénologie des hêtraies . *Bull. Nat. Bel.* 44:369-382 .
- MALAISSSE, F. 1964 . Contribution a l'étude des hêtraies d'Europe occidentale . Quelques observations phénologiques de hêtraies en 1963 . *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 97:85-97 .
- MARGALEF, R., HERRERA, J., STEYAERT, M. y STEYAERT J. 1966 . Distribution et caractéristiques des communautés phytoplanctoniques dans le bassin tyrrhenien de la Méditerranée en fonction des facteurs ambiants et à la fin de la stratification estivale de l'année 1963 . *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique* 42(5): 1-56 .
- MARGALEF, R. 1978 . *Perspectiva de la teoría ecológica* . Ed. Blume. Barcelona .
- MEDWAY, L. 1972 . Phenology of a tropical rain forest in Malaya . *Biol. J. Linn. Soc.* 4:117-146 .

- MULLER, R.N. 1978 . The phenology, growth and ecosystem dynamics of *Erythronium americanum* in the northern hardwood forest. *Ecol. Monog.* 48:1-20 .
- MURNEEK, A.E. y LOGAN, J.C. 1932 . Autumnal migration of nitrogen carbohydrates in apple trees . *Missouri Ag.Expt.Sta.Res. Bull.* 171 .
- POORE, M.E.D. 1968 . Studies in Malaysian rain forest I. The forest on triassic sediments in Jengka forest reserve . *J. Ecol.* 56:143-196 .
- RIGAU, M.C. 1966 . Correlaciones de los pigmentos foliares con el crecimiento y la producción . I. Técnica seleccionada para la determinación de pigmentos . *P.Inst.Biol.Apl.* 41:69-87 .
- RIGUAL, A. 1972 . *Flora y vegetación de la provincia de Alicante*. I.D.E.A., Alicante .
- RYAN, D.F. 1979 . Nutrient resorption from senescing leaves: a mechanism of biogeochemical cycling in a northern hardwood forest ecosystem, Ph. D. dissertation, Yale University .
- SESTAK, Z., CATSKY, J. y JARVIS, P.G. (ed.) 1971 . *Plant photosynthetic production . Manual of methods* . Dr.W.Junk.,The Hague .
- SEVA, E. y ESCARRE, A. 1976 . El eslizón ibérico (*Chalcides bedriagae*) en el medio insular de Nueva Tabarca (provincia de Alicante). *Mediterránea*, 1:61-115 .
- TERRADAS, J. 1973 . Clima y economía hídrica en comunidades vegetales de los Monegros . Resumen de la Tesis Doctoral, Secc.Publ. Universidad de Barcelona .
- ZIEGLER, R. y EGLE, K. 1965 . Zur quantitativen Analyse der Chloroplastenpigmente . I. Kritische Überprüfung der spektralphotometrischen Chlorophyll-Bestimmung . *Beitr.Biol. Pflanzen* 41 : 11-37 .